



## ایکونوفاسیس گلوسی فانجیتس در آخرین افق سازند آبدراز، ویژگیها و کاربردها در تفسیر محیط رسوبی

محمد حسین محمودی فرایی\*<sup>۱</sup>، امیر کریمیان طرقله<sup>۲</sup>، محمد وحیدی نیا<sup>۱</sup>

۱- عضو هیأت علمی گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- دانشجوی دکتری رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

\*پست الکترونیک: gharaie2000@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۱۳

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۶

### چکیده

بررسی دقیق رسوبات گل سفیدی انتهای سازند آبدراز (سانتونین) در برش حمام قلعه (شرق کپه داغ) منجر به شناسایی یک افق غنی از اثر فسیل ریزو کورالیوم (*Rhizocorallium*) متعلق به رخساره گلوسی فانجیتس (*Glossifungites*) شد. اثر گونه *Rhizocorallium jenense* دارای ساختمان U شکل مستقیم کوتاه و گاه اندکی خمیده و موازی سطح لایه بندی بوده و لامینه‌های ریز هلالی شکل یا اسپریتها در آن غالباً به صورت برجسته هستند. خراشهای ناپیوسته و نیمه موازی بسیار زیادی در سطح لوله‌های کناری و همچنین با اندازه کوتاهتر بر روی اسپریتها وجود دارند. اثر گونه *Rhizocorallium irregulare* با فراوانی کم و اندازه بزرگتر به صورت U شکل مستقیم تا اندکی سینوسی وجود داشته و دارای اثرات خراش است. غالب بودن اثر گونه *R. jenense* نسبت به اثر گونه *R. irregulare* نشان دهنده شرایط نسبتاً پراورزی است. وجود اثرات فراوان ریزو کورالیوم در بستر نسبتاً سخت دلیلی بر وجود ایکونوفاسیس گلوسی فانجیتس است. حضور غالب تغذیه کننده‌های معلق خوار *R. jenense* و اندک بودن رسوب خواران *R. irregulare* شرایط با تمرکز بالای مواد غذایی در ستون آب را نشان می‌دهد. اثرات خراش احتمالاً بیانگر تولید آثار توسط جانورانی از گروه سخت پوستان است که دارای ضمامی سخت در تماس با بستر بوده‌اند.

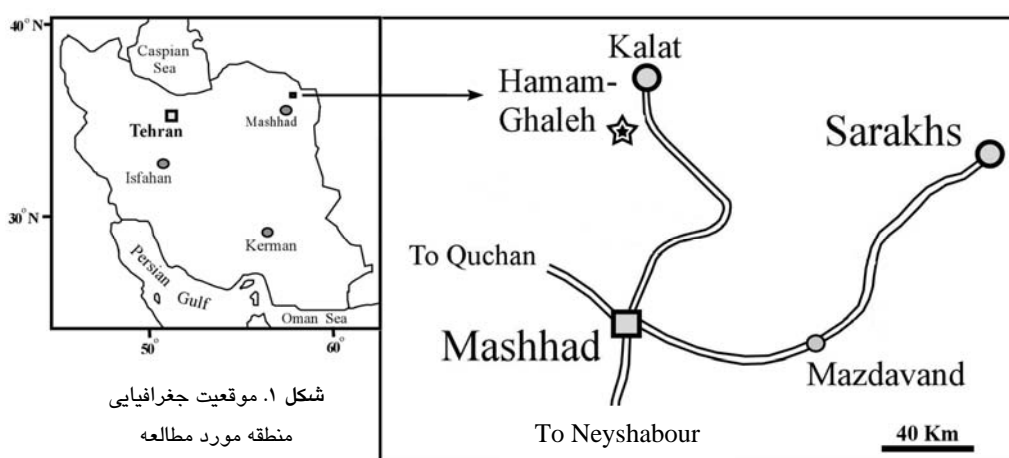
**واژه‌های کلیدی:** ایکونوفاسیس، ریزو کورالیوم، آب دراز، سنگ آهک گل سفیدی.

### مقدمه

(۱۳۸۷)، خارپوستان (وحیدی نیا و آریایی ۱۳۷۹)، اینوسراموسها (وحیدی نیا و همکاران، ۱۳۸۱)، استراکودها (هادوی و علامه، ۱۳۷۸) و نانوفسیلهای آهکی (هادوی و نطقی مقدم، ۲۰۱۰) بر روی آن انجام شده است. مطالعه حاضر بر ایکنولوژی بخش بالایی این سازند متمرکز است. اثر فسیل ریزو کورالیوم (*Rhizocorallium*) مهمترین

توالی رسوبی مورد مطالعه در برش حمام قلعه مربوط به لایه‌های بالایی سازند آبدراز (سانتونین) و لایه‌های زیرین سازند آب تلخ (کامپانین) است. سازند آبدراز به سن تورونین - سانتونین از جمله سازندهای موجود در حوضه رسوبی کپه داغ در شمال شرق ایران است و تاکنون مطالعات گوناگونی بر اساس روزن‌داران (وحدتی‌راد،

تغییرات رخساره‌ای از سازند آب‌دراز به سازند آب تلخ در مرز سانتونین - کامپانین دارای اهمیت زیادی است. هدف از ارائه این مقاله تحلیل محیط رسوبی و شرایط پالئوآکولوژی ایکنوفاسیس گلوئی فانجیتس با اثر فسیل غالب ریزو کورالیوم است که در سطح یک لایه رسوبی مربوط به اواخر سانتونین و در حد واسط بین دو سازند آب‌دراز و آب تلخ در برش حمام قلعه به خوبی قابل مشاهده است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

(شکل ۲). مرز بالای سازند آب دراز بر سطح بالایی آخرین واحد سنگ آهک گل سفیدی منطبق است که حاوی تجمعی از اثر فسیلهای ریزو کورالیوم بوده و توسط شیلهای تیره رنگ سازند آب تلخ پوشیده شده است.

### معرفی اثر فسیلها

با وجود فراوانی کم اثر فسیلها در توالی رسوبی مورد مطالعه، در سطح آخرین لایه سنگ آهک گل سفیدی سازند آب‌دراز اثر فسیلهای فراوان و مشخص شامل اثر جنس ریزو کورالیوم (*Rhizocorallium* Zenker 1836) وجود دارد. با توجه به بررسی دقیق خصوصیات آثار فسیل شده از قبیل شکل، اندازه، مقدار پیچش و نحوه شکل گیری نمونه‌ها، دو اثر گونه ریزو کورالیوم شناسایی شد که شامل گونه‌های *Rhizocorallium jenense* Zenker 1836 و

اثر فسیلی در توالی مورد مطالعه است. ریزو کورالیوم یک شاخص محیطی بسیار مناسب بوده و اهمیت بسیاری در بازسازی محیطهای رسوبی دیرینه به ویژه در ارتباط با سطح انرژی آب، فرآیندهای هیدرو دینامیک، پایداری بستر و توزیع مواد ارگانیک دارد (ردریگوئز توار و فرنز والرا، ۲۰۰۸). این موضوع در رابطه با توالیهای سازند آب‌دراز که در تفسیر پارامترهای محیطی کنترل کننده تشکیل آنها به ویژه در بخش بالایی ابهاماتی وجود دارد و نیز علت

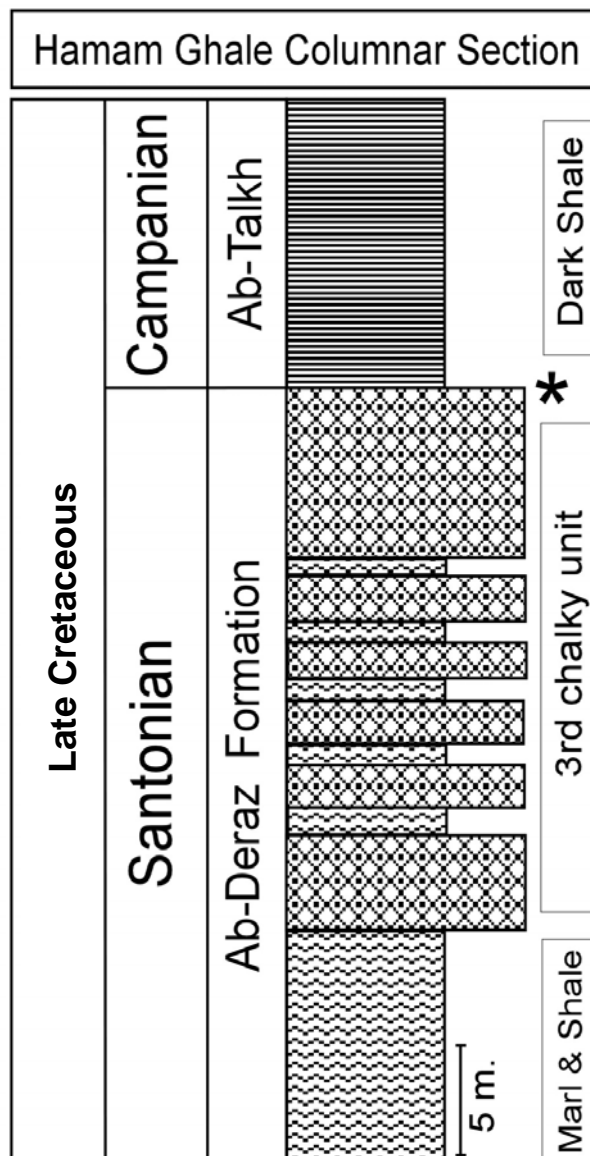
رخنمون سازند آب‌دراز در قسمت شرقی حوضه رسوبی کپه‌داغ حاوی ایکنوفسیل فراوان است (فاتح بهاری و همکاران، ۱۳۸۸؛ وحدتی‌راد و همکاران، ۱۳۸۸). برش مورد مطالعه در مجاورت روستای حمام قلعه در ۱۴۱ کیلومتری جاده اصلی مشهد به کلات نادری و در فاصله ۲۰ کیلومتری کلات واقع شده است (شکل ۱). سن سازند آب دراز در این برش از تورونین پیشین تا سانتونین پسین گزارش شده است (وحدتی‌راد و وحیدی نیا، ۱۳۸۸). رسوبات تشکیل دهنده سازند آب‌دراز در این برش عمدتاً شامل مارن، سنگ آهک مارنی و شیل به همراه سه واحد سنگ آهک گل سفیدی است (شکل ۲). در این مطالعه تنها بخش بالایی سازند آب‌دراز شامل رسوبات مارنی و سومین واحد سنگ آهک گل سفیدی و همچنین بخش زیرین سازند آب تلخ مجموعاً به ضخامت ۴۴ متر مورد بررسی قرار گرفته است

و مارک، ۲۰۰۱؛ دردیگوئز توار و فرنز والر، ۲۰۰۸). در ادامه به توصیف هر یک از آنها پرداخته می‌شود:

#### اثرگونه *Rhizocorallium jenense*

این اثرفسیل به مقدار فراوان قابل مشاهده بوده و دارای تونل یا لوله کناری U شکل کوتاه و کم و بیش مستقیم تا سینوسی شکل به صورت نیمه موازی و دارای خراشهایی در سطح خارجی کانال است (شکلهای ۳ و ۴). فاصله بین دو بازوی U شکل توسط لامینه‌های ریز هلالی شکل یا اسپریت (spreite) پر شده است. فاصله بین این دو بازو از ۰/۸ تا ۱/۳ سانتی‌متر در ابتدای حفاری و ۱/۵ تا ۳/۵ سانتی‌متر در انتهای حفاری متغیر بوده و به آن ظاهر لامپی شکل می‌دهد. قطر لوله حدود ۵ میلی‌متر بوده و حداقل طول حفاری ۶ سانتی‌متر است. نمونه‌ها از حفظ شدگی خوبی به صورت اثر درون رسوبی (endichnia) برخوردار بوده و جهت‌یابی غالب به صورت افقی و موازی با سطح لایه بندی است، اما اثرهای غیر افقی نیز به مقدار کم دیده می‌شوند. لامینه اسپریتها به صورت جلو رونده (protrusive) است هر چند اشکال پس رونده (retrusive) نیز به ندرت وجود دارند. رسوب پرکننده لوله‌ها و اسپریتها نیز مشابه رسوبات سنگ میزبان است، اما لوله‌ها گاهی توسط رسوبات بالایی (شیل تیره رنگ) پر شده‌اند. در سطح طبقه تعداد زیادی از آثار ریزو کورالیوم بین ۲۰ تا ۲۵ نمونه به طول ۶ تا ۹ سانتی‌متر در هر متر مربع قابل مشاهده است. اثرفسیلهای *R. jenense* به صورت قطع کننده یکدیگر نیز دیده می‌شوند. خراشها به طور مشخص در سطح لوله و در محدوده اسپریتها وجود دارند (شکل ۴) به طوری که در تونلها به صورت نازک مستقیم تا منحنی بوده و توزیع موازی تا غیرموازی نشان می‌دهند، ولی در محدوده اسپریتها خراشها درشت‌تر و برجسته‌تر بوده دارای زوایای متفاوتی نسبت به محور طولی اثر فسیلی از مورب تا عمودی هستند. بعضی از نمونه‌ها

1954 *Rhizocorallium irregulare* Meyer هستند (شکل ۳).



شکل ۲: ستون چینه شناسی بخش بالایی سازند آبدراز در برش حمام قلعه؛ جایگاه اثر فسیلها و ایکنوفاسیس گلوسی فانجیتس در محل توالی مورد مطالعه در انتهای سازند آبدراز با علامت ستاره مشخص شده است. موقعیت مرز سانتونین - کامپانین براساس نوشته وحدتی‌راد و وحیدی‌نیا (۱۳۸۸) مشخص شده است.

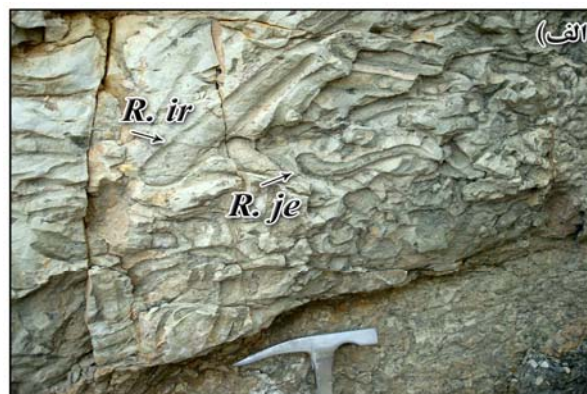
مقایسه بعضی از پارامترهای ساختاری ریزو کورالیوم مثل طول و عرض اثرفسیل و قطر منفذ حفاری نشان می‌دهد که اثر فسیل *R. jenense* کوچکتر از *R. irregular* است (فرزیش، ۱۹۸۱ و ۱۹۹۸؛ آخن و همکاران، ۲۰۰۰؛ ورسلی

اسپریتها دیده می شود. ویژگی خراشها مشابه اثر فسیل *R. jenense* بوده و در سطح لوله ها آثار خراش به صورت ناپیوسته، نازک و نیمه موازی دیده می شود. در اسپریتها خطوط خراش درشت تر و به صورت نیمه متمرکز و نیمه موازی هستند. پلتها در رسوبات پرکننده لوله ها با فراوانی کمتر دیده می شوند.

### کاربردهای محیط رسوبی

رژیم هیدرودینامیک: ریزو کورالیوم یک شاخص محیطی به ویژه در رابطه با انرژی آب و پیوستگی بستر رسوبات می باشد. *R. jenense* در محیطهای آبی گوناگونی وجود دارد. این اثرگونه با محیطهای رسوبی ناپایدار که دارای رژیم پر انرژی است در ارتباط می باشد (فرزیش، ۱۹۷۵)، اما در پهنه های ساحلی، در محیطهای با عمق متوسط (ورسلی و مارک، ۲۰۰۱) و همچنین در آبهای عمیق نیز گزارش شده (آخمن، ۱۹۹۲) و از طرفی در محیطهای آب شیرین هم یافت شده است (فرزیش و مایر، ۱۹۸۱). اثرگونه *R. jenense* در محیطهای دریایی کم عمق و پر انرژی با حوادث طوفانی مرتبط است (باسان و اسکات، ۱۹۷۹؛ ورسلی و مارک، ۲۰۰۱). اثرگونه *R. irregular* مشخص کننده محیطهای عمیق یا مناطق مردابی (lagoon) کم عمق زیرخط اثر امواج است، جایی که رسوبات در رژیم هیدرودینامیکی نسبتاً آرام قرار دارند (فرزیش، ۱۹۹۸؛ فرزیش و مایر، ۱۹۸۱). وجود ریزو کورالیوم در رسوبات عمیق دریایی ایکنوفاسیسه های نرئیتس (Nereites) و زوفیکوس (Zoophycos) نشان دهنده حضور این اثر فسیلی در محیطهای متنوع است (آخمن، ۱۹۹۲). مجموعه آثار ریزو کورالیوم در برش حمام قلعه و غالب بودن *R. jenense* نسبت به *R. irregular* می تواند شاهدی بر وجود شرایط نسبتاً پر انرژی باشد به طوری که فرسایش قشر نرم و سست (Soft ground) سطحی را به دنبال داشته است (شکل ۵).

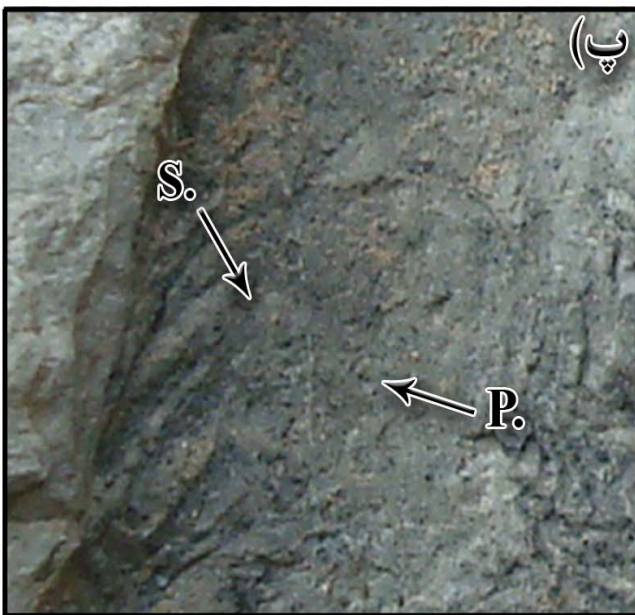
حاوی پلت فراوان در تونلها هستند. اندازه پلتها عموماً کمتر از ۱ میلی متر است.



شکل ۳. آثار فسیلی در سطح آخرین افق سنگ آهک گل سفیدی سازند آبدراز؛ الف) نشان دهنده دو گونه مختلف ریزو کورالیوم *Rhizocorallium jenense* (R.je) و *Rhizocorallium irregulare* (R.Ir). ب) نمای نزدیکتر از اثر فسیل ریزو کورالیوم که در آن اسپریت و کانالهای کناری قابل تشخیصند.

### اثرگونه *Rhizocorallium irregular*:

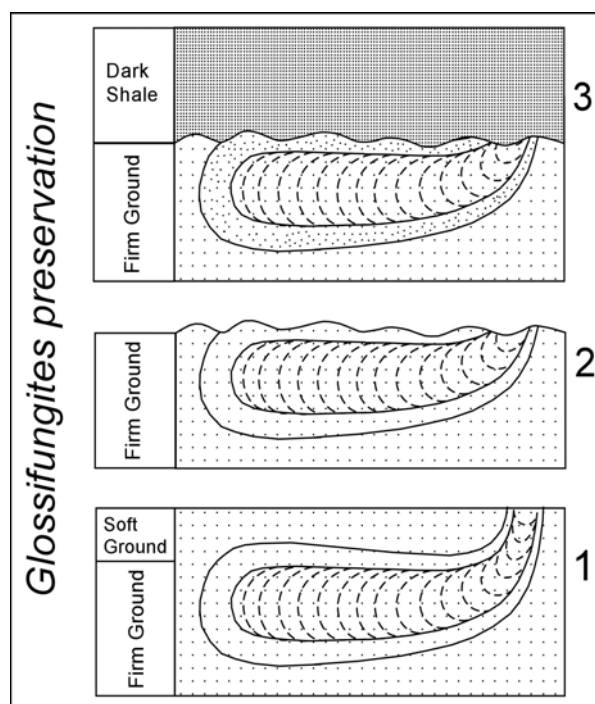
این اثرگونه فراوانی کمتری داشته و دارای تونل یا لوله کناری U شکل بلند و به صورت مستقیم تا اندکی سینوسی است (شکل ۳). فاصله بازوهای U شکل به طور میانگین از ۴۵ میلی متر در ابتدای حفاری تا ۶۵ میلی متر در انتهای حفاری متغیر بوده و حداقل عمق حفاری در نمونه های مختلف ۲۵ سانتی متر است. بنابراین اثرگونه *R. irregular* با اندازه بزرگتر نسبت به اثرگونه *R. jenense* مشخص می شود. این اثر فسیل دارای جهت یابی عمدتاً افقی و موازی با سطوح لایه بندی است. اسپریتها به صورت جلو رونده اند. این اثر فسیلی نیز دارای خراشهایی است که در سطح لوله و



شکل ۴: الف) ساختمان داخلی آثار ریزوکورالیوم با جزئیات بیشتر در یکی از نمونه‌های مورد مطالعه،  
ب) خراشهای روی اسپیریت (S.)، پ) خراشهای روی کانال (S.) و پلت‌های داخل کانال (P.)

سخت هماهنگ است (برای مثال، ردیگوئز توار و همکاران، ۲۰۰۸).

سطوح فرسایشی، دینامیک سطح آب و شرایط رسوب گذاری: ریزو کورالیوم به صورت مورب و کوتاه به عنوان شاخص سطوح فرسایشی در نظر گرفته شده و اغلب با اثر فسیل سایر تغذیه کننده های معلق خوار همراه است (فرزیش، ۱۹۷۴). *R. jenense* به طور کلی مرتبط با سطوح پیش روی بوده و در طی زمان عدم رسوب گذاری و قبل از آغاز رسوب گذاری بعدی تشکیل می شود (آخمن و همکاران، ۲۰۰۰). وجود ریزو کورالیوم با مفهوم دینامیک جریان آب مرتبط بوده و با ایکنوفاسیس گلوسی فانجیتس تفسیر می شود. کاربرد ایکنوفاسیس گلوسی فانجیتس در تحلیل چینه نگاری سکانسی اساساً مرتبط با انواع چندگانه ناپوستگیهای فرسایشی از قبیل سطوح پس روی فرسایشی، مرزهای سکانسی و سطوح فرسایشی پیش روی و همچنین مرزهای سکانسی مختلط و سطوح سیلابی دریایی است و به ندرت به سطوح غیر فرسایشی مربوط می شود (پمبرتون و همکاران، ۲۰۰۴؛ ردیگوئز توار و همکاران، ۲۰۰۸). در مطالعه حاضر، خصوصیات ایکنوفاسیس گلوسی فانجیتس همراه با ویژگیهای رسوبی از قبیل تغییر ناگهانی رخساره سنگی و تبدیل رخساره گل سفیدی به رخساره شیلی، حذف بستر نرم سطحی که نتیجه فرسایش آن است و قرار گرفتن آثار ریزو کورالیوم در معرض رسوب گذاری ذرات شیل تیره رنگ (شکل ۵) نشان دهنده سطوح فرسایشی است و این خود دلیلی بر افزایش بیشتر انرژی محیط پس از تشکیل آثار ریزو کورالیوم است. این ایکنوفاسیس که عمدتاً در بسترهای نسبتاً سخت و پایدار تشکیل می شود، انعکاسی از فرآیندهای فرسایشی آلوژنیک می باشد (بواتویس و مانگانو، ۲۰۰۹).



شکل ۵. نحوه تشکیل ایکنوفاسیس گلوسی فانجیتس (اقتباس از سیلاخر، ۲۰۰۷) در شرایطی که رسوبات نرم تر سطحی فرسایش یافته و اثر فسیل در معرض رسوب گذاری شیل قرار گرفته است.

**پایداری بستر:** ارتباط بین ریزو کورالیوم و پایداری بستر به خوبی برای اثر گونه *R. jenense* تأیید شده است (ردیگوئز توار و فرنز والرا، ۲۰۰۸). این اثر گونه در زیر سطوح فرسایشی و در بسترهای متراکم و سخت (firm ground) یافت می شود. ارتباط آن با پایداری بستر بر اساس خراشهایی که در حواشی ساختمان بیوژنیک موجود است و یا به دلیل فرسایش بخشی رسوبات نرمتر (Soft ground) بالایی و باقی ماندن بخش سخت تر زیرین نتیجه می شود (فرزیش و مایر، ۱۹۸۱؛ فرزیش و همکاران، ۱۹۸۱). شکل لامپی ریزو کورالیوم از نمونه آثار شاخص ایکنوفاسیس گلوسی فانجیتس بوده (فری و سیلاخر، ۱۹۸۰) و از انواع متداول این ایکنوفاسیس در بسترهای سخت است (پمبرتون، ۱۹۹۲). حفظ شدگی بالای ریزو کورالیوم همراه با خراشهای فراوان در برش حمام قلعه (شکل ۴)، با کلنی شدن در بستر

## کاربردهای اکولوژی

چگونگی توزیع ریزو کورالیوم نشان دهنده شرایط محیطی است. از بررسی قطر تونلهای جانبی و عرض ساختاری اثر جهت تفسیر مجموعه ریزو کورالیوم استفاده می‌شود (ورسلی و مارک، ۲۰۰۱). جهت یابی *R. jenense* در جهت دسترسی به آب حاوی مواد غذایی مورد نیاز سازنده ایکنوفسیل بوده است (ورسلی و مارک، ۲۰۰۱). به علاوه فعالیتهای حیاتی در مجموعه‌های ریزو کورالیوم بر اساس چگالی اثرات فسیلی و بررسی تغییرات اندازه آن که مرتبط با عمق آب و تغییرات دمای محیط و شرایط بستر بوده تفسیر می‌شوند (اخمن و همکاران، ۲۰۰۰). رشد سازنده اثر فسیلی که با توسعه ساختمان ایجاد شده همراه است، از دهانه به سمت انتهای کانال مشخص می‌شود (برای مثال، فرزیش و مایر، ۱۹۸۱). غالب شدن *R. jenense* به عنوان گروه معلق خوار سازنده اثر تفسیر شده است در حالی که الگوی تغذیه‌ای رسوب خواری برای *R. irregular* در نظر گرفته می‌شود (فرزیش، ۱۹۷۴). تمرکز مواد غذایی در ستون آب می‌تواند به وسیله چرخش ثابت و مؤثر آب به طور مطلوب ایجاد گردد. تجمع بالای اثرات فسیلی ریزو کورالیوم نشان دهنده فرصت زیستی مطلوب برای سازندگان آن است. در واقع یک رژیم پر انرژی می‌تواند دسترسی به مواد ارگانیکی معلق را فراهم نموده و بنابراین غالب شدن تغذیه کننده‌های معلق خوار را نسبت به انواع رسوب خوار باعث گردد.

وجود خراشها در هر دو گونه اثر فسیلی می‌تواند به عنوان رفتار سازندگان اثر و از انواع سخت پوستان در نظر گرفته شود (برای مثال، فرزیش، ۱۹۷۴). در تونلهای خراشهای ناپیوسته و کوتاه می‌تواند به برخورد تصادفی چنگالها یا ضمام در طی حرکت (برای مثال، زونولد و همکاران، ۲۰۰۲) اشاره نمایند در حالی که خراشهای پیوسته و ریز در هر دو گونه می‌تواند مربوط به ضمام در تماس پیوسته با

بستر بوده که به طور هدفمند و جهت حفاری صورت گرفته است.

## نتیجه گیری

سنگهای کربناته سانتونین پسین حوضه رسوبی کپه داغ دارای مقادیر زیاد از اثر فسیل ریزو کورالیوم شامل دو اثر گونه *R. irregular* و *R. jenense* هستند. فراوانی *R. jenense* بیشتر بوده و دارای ساختمان U شکل مستقیم، کوتاه و گاه سینوسی و لامپی شکل است. در این اثر جهت یابی افقی غالب بوده، اما نمونه‌های مایل نسبت به سطح لایه نیز وجود دارند. همچنین دارای خراشهای فراوان بوده که به صورت موازی ظریف و قدری پیوسته بر روی کانالها و به صورت کوتاهتر در اسپریتها وجود دارند. اثر گونه *R. irregular* که به تعداد کم قابل مشاهده است دارای ساختمان U شکل طویل بوده و از کمی خمیده تا اشکال مستقیم متغیر است. این اثر غالباً دارای جهت یابی افقی است و بیشتر نمونه‌های آن دارای خراش می‌باشند. فراوانی بیشتر *R. jenense* نسبت به *R. irregular* و وجود شواهد رخساره‌ای از قبیل جهت یابی غالب آنها نشان از تشکیل در شرایط با انرژی متوسط دارد. غالب شدن *R. jenense*، بازتابی از فعالیت جانداران سازنده معلق خوار بوده و همچنین نشان دهنده میزان زیاد مواد غذایی در ستون آب است. حفظ شدگی بالای ریزو کورالیوم همراه با خراشهای فراوان نشان از کلنی شدن در بسترهای سخت داشته و بر اثر رخساره گلوسی فانجیتس دلالت می‌نماید. اثر رخساره گلوسی فانجیتس همراه با ویژگیهای رسوبی از قبیل تغییر ناگهانی رخساره سنگی گل سفیدی سازند آب‌دراز به رخساره شیلی سازند آب تلخ، فرسایش بستر نرم و قرار گرفتن آثار ریزو کورالیوم در معرض رسوب گذاری ذرات شیل تیره رنگ، نشان دهنده سطح فرسایشی و دلیلی

### سپاس‌گزاری

از آقایان پروفسور سیلاخر و پروفسور فرزیش برای تأیید جنس و گونه‌های اثرفسیلی شناسایی شده سپاس‌گزاریم. از خانم مهندس لیلی فاتح بهاری به خاطر همکاری مؤثرشان قدردانی می‌نماییم.

بر افزایش بیشتر انرژی محیط پس از تشکیل آثار ریزو کورالیوم است. فراوانی و غالب شدن خراشها می‌تواند به عنوان شاهدهی بر تولیدکنندگان سخت پوست به کار رود. خراشهای ریز و پیوسته نشان از تشکیل توسط ضمامم سخت و در تماس زیاد با بستر دارد.

### منابع

- فاتح بهاری، ل.، محمودی قرائی، م. ح.، محبوبی، ا.، موسوی حرمی، ر.، ۱۳۸۸. ایکنوفسیل اسکولسیا و بررسی حفظ شدگی آن در رسوبات گل سفیدی سازند آب‌دراز، برش چینه شناسی پادها. سومین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران.
- وحدتی‌راد، م.، ۱۳۸۷. بیواستراتیگرافی و تعیین محیط رسوبی سازند آب‌دراز در برش حمام قلعه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۷۷ص.
- وحدتی‌راد، م.، وحیدی‌نیا، م.، ۱۳۸۸. زیست چینه‌نگاری سازند آب‌دراز در برش حمام قلعه بر مبنای روزن‌داران و مقایسه آن با برش الگو. دوفصلنامه رخساره‌های رسوبی، ۲ (۲): ۲۱۷-۲۰۴.
- وحدتی‌راد، م.، وحیدی‌نیا، م.، عاشوری، ع. ر.، محمودی قرائی، م. ح.، ۱۳۸۸. اولین گزارش از تریس فسیل ریزو کورالیوم در سازند آب‌دراز، برش حمام قلعه. سومین همایش انجمن دیرینه شناسی ایران.
- وحیدی‌نیا، م.، آریایی، ع. ا.، ۱۳۷۹. مطالعه خارپوستان سازند آب‌دراز در مناطق شرق حوضه کپه داغ. چهارمین همایش انجمن زمین شناسی ایران.
- وحیدی‌نیا، م.، یازرلو، م. ع.، آریایی، ع. ا.، ۱۳۸۱. مطالعه اینوسراموسهای سازند آب‌دراز در مناطق شرق حوضه کپه داغ. ششمین همایش انجمن زمین شناسی ایران.
- هادوی، ف.، علامه، ح.، ۱۳۷۸. استراکودهای سازند آب‌دراز. مجموعه مقالات سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران.
- Basan, P.B., & Scott, R.W., 1979. Morphology of *Rhizocorallium* and associated traces from the Lower Cretaceous Purgatoire Formation, Colorado. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 28: 5-23.
- Buatois, L.A., & Mángano, M.G., 2009. Applications of ichnology in lacustrine sequence stratigraphy: potential and limitations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 272: 127-142.
- Frey, R.W., & Seilacher, A., 1980. Uniformity in marine invertebrate ichnology. *Lethaia*, 23: 183-207.
- Fürsich, F.T., 1974. Ichnogenus *Rhizocorallium*. *Palaontologische Zeitschrift*, 48: 16-28.
- Fürsich, F.T., 1975. Trace fossils as environmental indicators in the Corallian of England and Normandy. *Lethaia*, 8: 151-172.
- Fürsich, F.T., 1981. Invertebrate trace fossils from the Upper Jurassic of Portugal. *Comunicacoes dos Servicos Geologicos de Portugal*, 67: 153-168.
- Fürsich, F.T., 1998. Environmental distribution of trace fossils in the Jurassic of Kachchh (Western India). *Facies*, 39: 243-272.
- Fürsich, F.T., Kennedy, W.J., & Palmer, T.J., 1981. Trace fossils at a regional discontinuity surface: The Austin/Taylor (Upper Cretaceous) contact in central Texas. *Journal of Paleontology*, 55: 537-551.
- Fürsich, F.T., & Mayr, H., 1981. Non-marine *Rhizocorallium* (trace fossil) from the upper Freshwater Molasse (Upper Miocene) of southern Germany. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 6: 321-333.



- Hadavi, H., & Notghi Moghaddam, M., 2010. Calcareous nannofossils from chalky limestone of upper Abderaz Formation and lower part of Abtalkh Formation in the Kopet-Dagh range NE Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 10: 52-61.
- Knaust, D., 1998. Trace fossils and ichnofabrics on the Lower Muschelkalk carbonate ramp (Triassic) of Germany: Tool for high-resolution sequence stratigraphy. *Geologische Rundschau*, 87: 21-31.
- Mayer, G., 1954. Ein neues *Rhizocorallium* aus dem mittleren Hauptmuschelkalk von Bruchsal. *Beiträge zur Naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland*, 13: 80-83.
- Pemberton, S.G., 1992. Applications of ichnology to petroleum exploration: a core workshop, 17. *Society of Economic Paleontologist and Mineralogists*, Tulsa, Oklahoma, 429 p.
- Pemberton, S.G., Maceachern, J.A., & Saunders, T., 2004. Stratigraphic applications of substrate-specific ichnofacies: Delineating discontinuities in the rock record. In: McIlroy, D., (ed.), *The Application of Ichnology to Palaeoenvironmental and Stratigraphic Analysis*. *Geological Society, London, Special Publications*, 228: 29-62.
- Rey, O., Simo, J.A., & Lorente, M.A., 2004. A record of long- and short-term environmental and climatic change during OAE3: La Luna Formation, Late Cretaceous (Santonian-early Campanian), Venezuela. *Sedimentary Geology*, 170: 85-105.
- Rodriguez-Tovar, F.J., & Perez-Valera, F., 2008. Trace fossil *Rhizocorallium* from the middle Triassis of the Betic Cordillera, southern Spain: characterization and environmental implications. *Palaios*, 23: 78-86.
- Rodriguez-Tovar, F.J., Perez-Valera, F., & Perez-Lopez, A., 2006. Ichnological analysis in high-resolution sequence stratigraphy: The *Glossifungites* ichnofacies in Triassic successions from the Betic Cordillera (southern Spain). *Sedimentary Geology*, 198: 293-307.
- Uchmann, A., 1992. Ichnogenus *Rhizocorallium* in the Paleogene flysch (outer Western Carpathians, Poland). *Geologica Carpathica*, 43: 57-60.
- Uchmann, A., Bubniak, I., & Bubniak, A., 2000. The *Glossifungites* ichnofacies in the area of its nomenclatural archetype, Lviv, Ukraine. *Ichnos*, 7: 183-193.
- Worsley, D., & Mørk, A., 2001. The environmental significance of the trace fossil *Rhizocorallium jenense* in the Lower Triassic of western Spitsbergen. *Polar Research*, 20: 37-48.
- Zonneveld, J.P., Pemberton, S.G., Saunders, R.D.A., & Puckerill, R.K., 2002. Large, robust *Cruziana* from the Middle Triassic of northeastern British Columbia: Ethologic, biostratigraphic and paleobiologic significance. *Palaios*, 17: 435-448.